



CONVENIENCIA ECONÓMICA DEL EMPLEO DE SEGUROS PARA RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA: UN ANÁLISIS MEDIANTE SIMULACIÓN MONTE CARLO

ARIADNA BERGER¹; SUSANA PENA DE LADAGA¹ y JULIA BARRIGA¹

Recibido: 28/09/10

Aceptado: 04/11/10

RESUMEN

La producción agrícola de la Región Pampeana está sujeta a un importante riesgo meteorológico, que influye en el rinde en modo directo o indirecto (a través de plagas y enfermedades). En países desarrollados un modo frecuente de administrar este tipo de riesgo conocido como riesgo de producción, es la toma de primas de seguro agrícola. En el presente trabajo se evaluó el resultado económico de planteos exclusivamente agrícolas con y sin seguro en establecimientos del partido de Junín mediante el uso del método de simulación Monte Carlo. Se obtuvieron interesantes conclusiones respecto a la conveniencia de distintas coberturas, de fácil uso para los asesores en el tema, demostrándose asimismo la utilidad de la herramienta para el proceso de toma de decisiones.

Palabras clave. Riesgo, seguro agrícola, simulación Monte Carlo.

MONTE CARLO SIMULATION: ANALYSIS OF DIFFERENT YIELD INSURANCE SCHEMES

SUMMARY

Agricultural production in the Pampean Region is associated to an important meteorological risk which has both direct and indirect influence over yields. In developed countries yield insurance is frequently used to mitigate this source of risk. In this paper we analyze, with Monte Carlo Simulation, economic results of a farm fully devoted to agriculture, located in Junín (Buenos Aires province), with and without yield insurance. Interesting conclusions about different schemes of yield insurance are obtained. These results are useful for consultants and farmers.

Key words. Risk, insurance schemes, Monte Carlo simulation.

INTRODUCCIÓN

La toma de decisiones en condiciones de riesgo implica la selección, entre varias opciones alternativas, de un curso de acción cuyo resultado final depende en mayor o menor medida del azar (Pena de Ladaga y Berger, 2006). Las actividades agropecuarias están vinculadas a los fenómenos naturales y generan, por lo común, productos indiferenciados (commodities). Sobre estos últimos cada productor

individualmente carece de influencia en el precio de mercado dado que el número de empresas agropecuarias es considerablemente elevado. Esto hace que la variabilidad de condiciones meteorológicas y de precios constituyan elementos de incertidumbre sustanciales por los que las inversiones de capital operativo en el sector agrícola son consideradas operaciones de riesgo (Stratta, 2001; Pena de Ladaga y Berger, 2006).

¹ Facultad de Agronomía U.B.A. Cátedra de Administración Rural. Avda. San Martín 4453 – (1417) Buenos Aires.

El camino que se decida seguir se verá influenciado por el grado de aversión al riesgo del empresario rural y, si bien tiene relación con factores financieros (Clow y Flakerud, 2001), también afectan otros como edad, estado civil, salud, etc., que hacen que la capacidad de asumir las consecuencias de la incertidumbre sea diferente de individuo en individuo (Gallacher *et al.*, 1986; Hardwood, 1999).

Un modo frecuente de administración del riesgo meteorológico en países desarrollados es la toma de primas de seguro agrícola. Desde el punto de vista económico, el seguro es un procedimiento por el cual un conjunto de personas sujetas a eventualidades de ciertos hechos dañosos (riesgos) reúnen sus contribuciones a fin de resarcir al integrante de ese conjunto que llegue a sufrir las consecuencias de esos hechos (Stratta, 2001). Se trata de un mecanismo de traslado puesto que el riesgo no desaparece, sino que es asumido en forma total o parcial por un tercero, en este caso una empresa aseguradora, a cambio del pago de una prima (Arraiza, 2004). El asegurador se obliga a resarcir los daños que pudiera ocasionar sobre el cultivo la ocurrencia del hecho perjudicial establecido previamente en un contrato.

Para analizar la conveniencia económica de la toma de un seguro agrícola es necesario evaluar los posibles escenarios de condiciones meteorológicas y precios que pueden presentarse durante el ciclo de producción y de allí estimar probabilísticamente la dimensión económica de los daños. Confrontando este valor con el costo de la prima y los eventuales resarcimientos, se podrá determinar la conveniencia de algún tipo de cobertura.

El seguro agrícola cubre ciertos riesgos climáticos y/o biológicos que afectan al rendimiento, la calidad y/o la supervivencia del cultivo en forma verificable. Básicamente existen dos tipos de seguros: contra riesgos específicos (por ejemplo, granizo o granizo y heladas), en cuyo caso el asegurador responde por

los daños causados exclusivamente por el factor especificado, y el seguro multirriesgo, que combina la protección sobre varios factores climáticos (Stratta, 2001).

En los países donde el uso de seguros está más difundido es usual el subsidio gubernamental de la prima en porcentajes variables. La Argentina, a pesar de ser considerada como uno de los países con mayor riesgo climático del mundo (Stratta, 2001), carece de este tipo de subsidios. Australia, con un nivel de riesgo climático similar, aplica un subsidio del 50% (Fernández Martínez, 2008²). Estos subsidios reducen notablemente el costo para el productor agrícola. Más allá del diferencial de costos con respecto a otros países, se puede suponer que la ausencia de estudios de las alternativas posibles también contribuye al bajo uso de seguros en el país.

Un simple análisis con rindes esperados no es completo para describir el resultado de una cobertura con seguros, ya que la conveniencia o no de cubrirse con seguro no puede evaluarse con un valor promedio (margen bruto tradicional) debido a que el valor esperado de la indemnización es por lo general menor al valor de la prima³. Por este motivo, evaluado solamente en términos de valor esperado el seguro no resultará conveniente.

El productor aprecia la conveniencia económica del seguro en aquellos años en que se registra un evento adverso y percibe una indemnización, mientras que en los años en que no hay daño la cobertura parece ser simplemente un gasto más. Un análisis para estrategias de este tipo debería estimar la variabilidad de los resultados, para así medir la menor o mayor probabilidad de pérdida de un esquema productivo con o sin seguro.

Para ello es necesario hacer el análisis con alguna herramienta que admita la opción de evaluar probabilidades de pérdida con y sin seguro, como la simulación Monte Carlo, que permite obtener conclu-

2 Fernández Martínez, H. 2008. Comunicación personal/AACREA. Curso de riesgos climáticos y seguros en la actividad agropecuaria. Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica. Buenos Aires, agosto 2008.

3 Salvo en los países en los que los seguros agrícolas son subvencionados por el Estado, las compañías de seguros deben cargar en las primas las indemnizaciones más sus gastos operativos y su margen de ganancia. De ahí que el valor esperado de las indemnizaciones cobradas por un productor será -en principio- menor al valor de las primas pagadas (Pena de Ladaga y Berger, 2006).

siones de fácil uso y comprensión tanto para el asesor como el productor agrícola a la hora de evaluar la conveniencia de distintas estrategias de coberturas (Vose, 1996). Así han trabajado diversos autores de Estados Unidos, donde el seguro es una práctica corriente (Leatham *et al.*, 1987; Edwards, 1999; Clow y Flakerud, 2001), con conclusiones diversas de acuerdo al tipo de cobertura y a las características climáticas de cada zona en estudio. En general, las conclusiones obtenidas indican que, aunque la situación de cada productor es particular y diferente, el uso de estrategias de manejo del riesgo que integran el uso de coberturas para riesgo climático con coberturas de riesgo de mercado minimiza la caída potencial del ingreso bruto por hectárea. Vale aclarar que existen estrategias con comportamientos mejores que otras y también existen las que arrojan resultados peores que la situación de base (sin seguro).

En el presente trabajo se desarrolló un modelo de simulación Monte Carlo agrícola (para el monocultivo de soja) donde las variables aleatorias incluidas fueron precio y rendimiento considerando la presencia de eventos climáticos como granizo y heladas, que afectan directamente el volumen y calidad del producto obtenido, empleando el esquema presentado por Pena de Ladaga y Berger (2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó el resultado de un cultivo de soja de primera en empresas agropecuarias del partido de Junín, provincia de Buenos Aires. Esta leguminosa es allí el principal cultivo producido (ocupa el 54% de la superficie sembrada). Su producción total en toneladas fue de 239.662 en la campaña 2006/2007 superando ampliamente a los demás cultivos de la zona (SAGPyA, 2008).

Para analizar el efecto económico de la toma de seguros agrícolas en el resultado se definieron cuatro modelos: uno sin cobertura y tres más para estudiar cada uno de los tipos de seguro analizados (granizo, granizo más adicionales y multirriesgo). Para el caso particular de la soja, las tres coberturas abarcan un período que comienza en la emergencia del cultivo y termina en una fecha estimada de cosecha, la cual no debe ser postergada para evitar la caducidad de la cobertura. Hasta la etapa de floración existe un límite del 30% del total de la suma asegurada, lo cual

significa que recién a partir de la floración el seguro cubre el total de la suma preestablecida en la póliza (de presentarse un siniestro previo a la floración, el seguro cubre sólo el 30% del total de la suma asegurada).

La cobertura de granizo básica cubre los daños ocasionados por granizo en un 100% del total de la superficie afectada, más los daños de un posible incendio (cubriendo hasta un 80% de los daños del mismo), y los gastos de resiembra en un 30%, en caso de presentarse cualquiera de estos eventos previos a la floración. Suelen tener una franquicia no deducible del 6%, lo cual significa que si el daño es menor al 6% del monto asegurado, no hay indemnización, mientras que por encima de ese valor la indemnización cubre todo el daño ocasionado.

La segunda cobertura utilizada fue contra daños ocasionados por granizo más el adicional de heladas, con frecuencia ofrecida por las aseguradoras (ORA, 2006). En este caso la aseguradora asume la indemnización del 80% del total de los daños ocasionados por dichos eventos adicionales. Cubre también los daños por vientos fuertes. Sin embargo, este fenómeno no se incluyó en el análisis por falta de datos confiables que permitieran cuantificar su nivel de daño en el cultivo.

Por último, la cobertura multirriesgo tiene el objetivo de proporcionar estabilidad en el esquema productivo del agricultor, al garantizar la recuperación de rendimientos básicos de cultivos cuyas posibilidades de rinde resulten severamente afectadas por factores ambientales adversos, ajenos a su posibilidad de control (Lancieri, 2006). Esto significa que el productor recibe una indemnización por cualquier combinación de eventos climáticos que ubiquen al rendimiento de su cultivo por debajo de un rinde mínimo asegurado, que en general es el que cubre el capital operativo invertido.

La medida de resultado económico utilizada para la comparación de las alternativas fue el margen neto (MN), que equivale al margen bruto menos arrendamiento y gastos de administración (es el caso del tomador de tierras). Se trata de una medida de resultado calculada como el valor de la producción menos los costos directos e indirectos atribuibles a la actividad (Pena de Ladaga, 2009).

El método con el que se ha estimado el riesgo de cada estrategia fue la simulación Monte Carlo, que permite cuantificar de manera probabilística una variable de resultado dependiente de variables aleatorias (en este caso rendimiento y precio), dados los posibles valores que pueden tomar las mismas (Pena de Ladaga y Berger, 2006).

Para la variable rendimiento se estimó una distribución en base a: a) datos históricos de un establecimiento tipo ubicado en el partido de Junín brindados por el pro-

pietario, b) los promedios históricos zonales extraídos de la sección de estimaciones agrícolas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y c) un modelo de simulación agronómica (MSA).

A diferencia de los datos históricos, los datos brindados por el MSA no son reales, sino que son rendimientos simulados en base a información de clima, ambiente edáfico y manejo del cultivo. Con un error de predicción conocido y aceptable, equivalen a una información aproximada a la realidad (Mercau, 2002). Su gran ventaja es que permiten contar con una cantidad significativa de datos con tecnología constante, mientras que con las series históricas esto no es posible. Con los rindes simulados se construyó una distribución general⁴. Los datos históricos se usaron para validar la distribución generada por el MSA, verificando que los rindes reales y los rindes del MSA siguieran un comportamiento parecido a lo largo de los años para los cuales se contaba con datos de las distintas fuentes.

La simulación agronómica se llevó a cabo con el programa Decision Support Systems for Agrotechnology Transfer, versión 3,5.

Además, se definieron distribuciones para las adversidades climáticas: granizo y heladas. Para el granizo se definieron distribuciones de intensidad de daño y superficie afectada debido a que este fenómeno puede ser muy puntual y no cubrir necesariamente toda la superficie sembrada. Para las heladas, en cambio, se definió solamente una distribución de intensidad de daño. Para estas variables se usaron estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2008) y la información suministrada por Boullon (2001) y Fernández Long *et al.* (2005).

En cada cobertura propuesta el rinde cosechado se calculó a partir del rinde base, al que se descontó el daño por adversidades climáticas en caso de registrarse.

Respecto a los precios, se tomaron los promedios del precio disponible de soja en puerto de Rosario correspondientes al mes de mayo (mes de cosecha) en pesos, publicados por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires de la serie de 2003 a 2007. De la misma fuente se tomó la cotización del dólar de los meses de mayo de los años anali-

zados y se calculó el promedio de las cotizaciones comprador y vendedor para poder así expresar los precios en dólares. Los mismos fueron llevados a moneda constante de mayo de 2008 mediante el índice de inflación de precios de Estados Unidos (PPI). La distribución usada para los precios en el modelo fue la Betapert⁵.

Los costos de producción fueron calculados de acuerdo al planteo productivo de la revista Márgenes Agropecuarios. Los precios de los agroquímicos, de las labores y del arrendamiento son promedio del mes de octubre del quinquenio 2003 a 2007⁶. Las primas de seguros se calcularon de acuerdo a la información de la aseguradora líder en la zona (Zuccarino, 2008⁷; La Segunda, 2008).

El modelo fue desarrollado en Excel y se empleó el programa @Risk (Palisade, Inc., 2008) para realizar la simulación Monte Carlo. Mediante ella se realizaron muestreos sucesivos de las variables precio, rendimiento y adversidades climáticas, respetando la distribución de probabilidad de cada una. Se generaron así escenarios distintos a medida que las variables tomaron diferentes valores a fin de arribar a la distribución de probabilidad del resultado económico del cultivo. Se realizaron 10.000 iteraciones.

Previamente a los cálculos de resultados se validó el modelo según las propuestas de McCarl (1984), analizando los datos de entrada utilizados con la ayuda de expertos en el tema y revisando cuidadosamente la relación entre las variables y las ecuaciones utilizadas dentro del modelo a fin de lograr los resultados buscados, debidamente comparados con resultados reales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para arribar al cálculo probabilístico de resultados de cada modelo se partió de la identificación de las principales adversidades climáticas que impactan en la producción de soja en el partido de Junín. Se cuantificaron los daños provocados por la presencia

4 Se utiliza la distribución general para aprovechar mejor la información existente. En comparación con una distribución betapert, la distribución general, al generar varios intervalos, logra «copiar» mejor la distribución de los datos.

5 La distribución betapert se ajusta muy bien para la modelización a partir de series históricas y opinión de expertos ya que los parámetros que la definen son simples de estimar. La ventaja con respecto a una distribución triangular es que la betapert es más sensible al valor más probable que a los valores extremos (Pena de Ladaga y Berger, 2006).

6 Para mayores detalles técnicos del cultivo puede consultarse Barriga, 2009.

7 Zuccarino, N. 2008. AON Argentina. Comunicación personal.

de granizo y helada. En el Cuadro 1 se muestra un resumen del impacto de los eventos meteorológicos considerados. El daño de cada adversidad surge de combinar la frecuencia del evento, el porcentaje de superficie afectada y la reducción del rinde en la superficie afectada. Se supone que en la superficie no afectada el rinde es el mismo que si no se hubiese registrado el evento.

Puede verse en el Cuadro 1 que la probabilidad de ocurrencia de granizo es significativamente más elevada que la de heladas (24% versus 5%), aunque el daño más probable de la helada es mayor, tanto por superficie afectada como por disminución del rinde. El granizo suele ser un fenómeno puntual, localmente restringido, de manera que en un mismo lote puede haber partes afectadas y partes no afectadas. En el caso de la helada, en cambio, lo más probable es que todo el lote se vea afectado, salvo algunas partes más

altas del mismo (si las hay). Esto hace que las distribuciones para la variable «superficie afectada» sean notablemente diferentes. En cuanto a la disminución del rinde, el granizo puede causar daños desde mínimos hasta totales, mientras que las heladas tienen un rango un poco más reducido de daño, sobre todo por efecto de la topografía del lote.

En el Cuadro 2 se comparan las diferentes características de las tres coberturas consideradas en lo que respecta al rinde cubierto, franquicias–deducibles y no deducibles–y primas. Las coberturas contra granizo aplican una franquicia no deducible, de manera tal que el productor sólo cobrará una indemnización en caso de que el daño resulte mayor a esa franquicia (que, de acuerdo con el Cuadro 2, es del 6%), pero la indemnización cubrirá todo el daño sufrido. Las demás adversidades suelen en cambio aplicar una franquicia deducible, lo cual significa que, si el daño es

CUADRO 1. Impacto de los eventos climáticos analizados.

		Granizo (%)	Helada (%)
Probabilidad de ocurrencia		24	5
Superficie afectada	Mínimo	1	1
	Más probable	50	100
	Máximo	100	100
Disminución del rendimiento	Mínimo	1	25
	Más probable	30	50
	Máximo	100	75

Fuente: Estadísticas del SMN; Boullon (2001), Fernández Long *et al.* (2005).

CUADRO 2. Principales características de las coberturas utilizadas.

		Granizo	Granizo + adicionales		Multirriesgo
Siniestro		Granizo	Granizo	Helada	Todos
Franquicia (1)	Deducible (2)			20%	40%
	No deducible (3)	6%	6%		
Prima (4)		3%	5%		5%
Rendimiento de referencia (qq/ha) (5)		-	-		31,89
Rendimiento cubierto (qq/ha)		94%	80%		60%

Fuente: Stratta (2001), La Segunda (2008), Zuccarino (2008), com. pers.

(1): Cuantía mínima del daño a partir de la cual surge la obligación del asegurador.

(2): Cuantía mínima que se deduce de la indemnización.

(3): No se deduce de la indemnización dicha cuantía mínima, pero hay indemnización sólo si el daño es mayor a este mínimo.

(4): Porcentaje de los costos fijos.

(5): Rinde a partir del cual se calcula el rendimiento cubierto (qq/ha).

del 60% y la franquicia del 20%, la indemnización será del 40%.

En base a esta información se procedió al análisis de los costos (donde se incluye la prima) e ingresos así como la relación entre ambos (Cuadro 3). De acuerdo a esta información la opción de no asegurarse es la de menor relación costo/ingreso de modo tal que sería la más adecuada para un productor que tiene baja percepción del riesgo y que sólo se fija en que la toma de cobertura aumenta el nivel de sus costos con respecto a la opción de no cubrirse. Esto supone la consideración de que el ingreso esperado sería el mismo independientemente del seguro tomado puesto que se espera que no se presenten eventos adversos.

A continuación se efectuó el cálculo del Margen Neto (MN) como medida de resultado, tanto en su valor medio como de su variabilidad (desvío, coeficiente de variación, percentiles). En el Cuadro 4 se resumen estos resultados para todos los escenarios (con granizo y sin él). A partir de ellos se pueden

extraer conclusiones más certeras sobre la conveniencia o no de tomar un seguro. En primer lugar se observa que la menor media corresponde a la cobertura multirriesgo, seguida por la situación sin cobertura. Como más favorables aparecen la cobertura contra granizo y contra granizo + adicionales. Si se consideran los desvíos, la cobertura contra granizo + adicionales es la más favorable, por su menor desvío, seguida de la situación sin cobertura. Los coeficientes de variación siguen la misma tendencia.

También pueden verse los percentiles al 5 y 95%, la probabilidad de MN negativo, así como los valores mínimo y máximo a obtener con cada esquema de cobertura. El valor de los percentiles 5 y 95% de cada alternativa podrían ser tomados como aproximaciones de los valores mínimo y máximo, ya que el mínimo y el máximo absolutos son valores extremos que presentan muy bajas probabilidades de ocurrencia (en este caso, con 10.000 iteraciones, su probabilidad es de 1 en 10.000).

CUADRO 3. Costos, ingresos y primas de las alternativas a valores esperados.

	Sin seguro	Granizo	Granizo + adicionales	Multirriesgo
Costos (US\$/ha)	461	477	487	486
Ingresos (US\$/ha)	746	746	746	746
Relación Costo/Ingreso %	62	64	65	65
Prima (US\$/ha)	-	16	26	25

Fuente: Elaboración propia en base a los supuestos detallados en la sección Materiales y Métodos.

CUADRO 4. MN (US\$/ha) simulado por Monte Carlo (10.000 iteraciones).

	Sin seguro	Granizo	Granizo + adicionales	Multirriesgo
Media	25	44	42	3
Desvío	112	102	79	104
C.V. (%)	450	235	186	3.955
Percentil 5	-192	-119	-92	-209
Percentil 95	177	188	166	151
Prob ≤ 0 (%)	37	29	30	44
Mínimo	-740	-393	-143	-266
Máximo	298	367	287	270

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.

Resultados obtenidos a partir de las 10.000 iteraciones que incluyen todos los posibles escenarios (con y sin adversidades).

Evidentemente la utilización del seguro contra granizo y granizo + adicionales genera los márgenes más atractivos, con una interesante disminución de los desvíos. Para el primer caso, la disminución del desvío es del 10% mientras que en el segundo llega al 33% respecto de la alternativa sin cobertura. La probabilidad de perder dinero también disminuye, con una diferencia casi nula entre ambas alternativas. Los valores máximos se incrementan en el caso de la cobertura contra granizo y descienden en los restantes tres. Es de notar la disminución en los valores mínimos (negativos todos ellos): todas las coberturas logran su objetivo de reducir las máximas pérdidas.

El seguro multirriesgo puede considerarse una alternativa dominada en términos de combinación E, V (esperanza, varianza), ya que el MN medio es considerablemente inferior al de las otras alternativas, con un desvío algo menor sólo a la alternativa sin seguro (7,6%), lo cual conduce a un CV sumamente alto. Además, presenta la mayor probabilidad de margen negativo, el menor máximo y sólo un mínimo no tan desfavorable.

En el Cuadro 5 se indican las indemnizaciones a percibir en US\$/ha. Ellas tendrán lugar siempre que se produzca el siniestro asegurado. Por lo tanto, habrá escenarios con adversidades en los que se cobra la indemnización que cubre la parte correspondiente del rinde perdido, y casos sin adversidades en los que el costo de la prima no se verá compensado por ningún ingreso extra, si bien tampoco existe disminu-

ción en la producción. Estos valores permiten explicar las diferencias entre los MN del Cuadro 4: las coberturas de granizo y granizo + adicionales tienen indemnizaciones promedio más altas que la cobertura multirriesgo, en gran parte debido a la mucho mayor probabilidad (23 y 27% versus el 3%) de cobrar una indemnización. Esto se debe a que el rendimiento mínimo asegurado con la cobertura multirriesgo es muy bajo (con la tecnología aplicada en el caso bajo estudio, existe sólo una probabilidad de 0,03 de que el rendimiento cosechado se ubique por debajo de los 3.189 kg/ha (ver Cuadro 2). Las diferencias entre los MN de las distintas alternativas (Cuadro 4) surgen de combinar estas indemnizaciones con las primas pagadas (Cuadro 3).

El hecho de que el máximo con granizo (US\$ 367) resulte mayor al máximo sin seguro (US\$ 298) (Cuadro 4), ameritó la revisión, en primer lugar, del modelo, ya que la situación no parecía coherente (Berger *et al.*, 2010). En segundo término, una vez que se verificó la lógica de funcionamiento del sistema, se procedió al análisis de los resultados de las distintas iteraciones. De tal modo se vio que esta diferencia de máximos se debía a una iteración en la que hubo daño por granizo y muy buen precio, con lo cual el MN con seguro fue mucho mejor que sin seguro debido a la falta de indemnización en la alternativa sin seguro. Ninguna otra combinación de precios, rindes y adversidades climáticas logró mejorar este MN.

CUADRO 5. Indemnizaciones (US\$/ha) simuladas por Monte Carlo (10.000 iteraciones).

	Granizo	Granizo + Adicionales	Multirriesgo
Media	34	43	3
Desvío	78	94	22
C.V. (%)	227	219	772
Percentil 5	0	0	0
Percentil 95	212	268	0
Prob > 0 (%)	23	27	3
Mínimo	0	0	0
Máximo	601	1.026	705

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo. Resultados obtenidos a partir de las 10.000 iteraciones que incluyen todos los posibles escenarios (con y sin adversidades).

Por tal motivo, para aislar de alguna manera el efecto del precio, se procedió a comparar grupos de iteraciones «equivalentes»: se seleccionaron todas las iteraciones sin granizo, de modo que no pueda haber ningún MN mayor con seguro que sin seguro (por efecto de la prima).

En los Cuadros 6 y 7 se evalúan los resultados en caso de no haber tenido lugar el siniestro de granizo (7.627 iteraciones). Se observa que la alternativa sin seguro es la de mejor MN, si bien tiene el mismo desvío que la alternativa de toma de seguro contra granizo. Nuevamente la situación de peores resultados es la cobertura con seguro multirriesgo, inclusive a nivel de probabilidad de MN negativo. El máximo resultado sin seguro es mayor al máximo resultado

con cualquiera de las coberturas, como era de esperarse.

En estos casos sin granizo las indemnizaciones que se perciben se deben a eventos distintos al granizo (helada en el caso de granizo + adicionales, o cualquier evento excepto granizo en el caso del multirriesgo).

En los Cuadros 8 y 9, en cambio, se evalúan los resultados en caso de haberse registrado granizo (2.373 iteraciones). En caso de haber granizo, como era de esperar, los resultados de haber tomado las pólizas de granizo y granizo más adicionales son mucho más convenientes que la alternativa sin seguro. No así el multirriesgo, ya que para esta cobertura se combinan una alta prima (equivalente a la de

CUADRO 6. MN (US\$/ha) para las situaciones sin granizo (7.627 iteraciones).

	Sin seguro	Granizo	Granizo + adicionales	Multirriesgo
Media	51	35	40	27
Desvío	99	99	78	94
C. V. (%)	195	282	196	352
Percentil 5	-105	-120	-93	-129
Percentil 95	186	170	164	160
Prob ≤ 0 (%)	26	31	31	34
Mínimo	-376	-393	-143	-266
Máximo	298	281	270	270

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.
Resultados obtenidos a partir de las 7.627 iteraciones sin granizo.

CUADRO 7. Indemnizaciones (US\$/ha) para las situaciones sin granizo (7.627 iteraciones).

	Granizo	Granizo + Adicionales	Multirriesgo
Media	0	15	1
Desvío	0	68	11
C. V. (%)	--	457	827
Percentil 5	0	0	0
Percentil 95	0	0	0
Prob > 0 (%) (*)	0	5	2
Mínimo	0	0	0
Máximo	0	533	207

(*) Indemnizaciones por causas distintas al granizo.

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.
Resultados obtenidos a partir de las 7.627 iteraciones sin granizo.

CUADRO 8. MN (US\$/ha) para las situaciones con granizo (2.373 iteraciones).

	Sin seguro	Granizo	Granizo + adicionales	Multirriesgo
Media	-58	72	50	-75
Desvío	112	109	80	95
C. V. (%)	-194	153	160	-126
Percentil 5	-257	-100	-86	-234
Percentil 95	106	231	180	80
Prob ≤ 0 (%)	69	23	28	77
Mínimo	-740	-348	-138	-265
Máximo	240	367	287	213

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.
Resultados obtenidos a partir de las 2.373 iteraciones con granizo.

CUADRO 9. Indemnizaciones (US\$/ha) para las situaciones con granizo (2.373 iteraciones).

	Granizo	Granizo + Adicionales	Multirriesgo
Media	145	133	8
Desvío	99	108	40
C. V. (%)	68	81	521
Percentil 5	26	21	0
Percentil 95	335	362	31
Prob > 0 (%) (*)	98	98	6
Mínimo	0	0	0
Máximo	601	1.026	705

(*) Con $p=1-(p>0)$ hubo granizo, pero por un daño debajo de las franquicias (deducibles y no deducibles).

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del modelo.
Resultados obtenidos a partir de las 2.373 iteraciones con granizo.

granizo + adicionales) con una baja probabilidad de indemnización.

Sin duda, la elección entre alguna de las cuatro alternativas propuestas dependerá del grado de aversión al riesgo de cada productor. Un productor más conservador elegirá la cobertura que minimice tanto la probabilidad de perder dinero como el mínimo MN, mientras que quien lo prefiere optará por aquella alternativa con los más altos niveles de ingreso posibles. Por lo tanto, el primero debería tomar la cobertura de granizo más adicionales y el segundo debería optar por la cobertura de granizo básica (sin adicionales).

Como se mencionó al analizar el Cuadro 3, una evaluación del negocio en términos exclusivamente

de resultados esperados indicaría que la opción de no asegurarse sería la más adecuada para un productor que tiene baja percepción del riesgo y que sólo se fija en que la toma de cobertura aumenta el nivel de sus costos con respecto a la opción de no cubrirse.

Como fue propuesto en este trabajo, cuando se agrega al análisis de valores esperados el estudio de medidas de resultados como desvío, probabilidad de perder dinero, máximos y mínimos, obtenidos luego de una simulación Monte Carlo que tenga en cuenta las probabilidades de eventos climáticos adversos, es posible describir la variabilidad de los resultados y extraer conclusiones más certeras sobre la conveniencia o no de tomar un seguro.

CONCLUSIONES

La simulación Monte Carlo ha permitido visualizar el espectro de resultados factibles y el consecuente efecto de la toma de seguros en la producción de soja en el partido de Junín. La utilización de coberturas contra riesgos climáticos para la producción agrícola se comportaría como una herramienta útil para la estabilización de resultados año tras año y, si bien aumentaría los costos, también disminuiría las probabilidades de pérdidas sustanciales que afectarían la estabilidad financiera del productor a lo largo de los años.

Los resultados obtenidos provienen de una modelización realizada con datos de costos de producción y de arrendamiento específicos de la zona en estudio y de un productor de soja en particular, con lo cual la extrapolación de las conclusiones del análisis queda sujeta estrechamente a la repetición de las condiciones de la investigación. Con supuestos diferentes es probable que se pueda llegar a conclusiones distintas, sobre todo en lo que se refiere a la conveniencia de una cobertura u otra.

Los resultados de la simulación muestran diferencias entre la alternativa sin seguro y la cobertura contra granizo, granizo más adicionales y multirriesgo. El valor de las medias de los márgenes netos de cada propuesta muestra que con el uso de coberturas contra granizo y granizo más adicionales se pueden obtener resultados más favorables que sin cobertura. Además de estabilizarse los resultados, la contratación de seguros también permitiría aumentar el valor medio esperado del margen neto, aunque en menor proporción en este último.

La utilización de cualquiera de estas coberturas disminuyó el desvío del margen neto sin seguro (112 US\$/ha) a valores como 104 US\$/ha para la cobertura multirriesgo, 102 US\$/ha para la cobertura contra granizo y 79 US\$/ha para la cobertura contra granizo más adicionales (la más favorable).

Del mismo modo, la utilización de las coberturas contra granizo y granizo más adicionales disminuyó las probabilidades de perder dinero. La alternativa sin seguro presenta una probabilidad del 37%, mientras que las anteriormente mencionadas arrojan probabilidades del 29% y 30%, respectivamente. Esto im-

plica que se trata de alternativas que pueden ser contempladas para productores con aversión al riesgo.

En el análisis de los resultados se observó que existe una diferencia positiva entre la media de la indemnización y la de la prima de las coberturas anteriormente mencionadas, es decir que la prima es menor a la indemnización promedio. Esto no es un hecho normal en la realidad debido a que si esto ocurriera realmente los productores siempre se verían favorecidos por la toma de cobertura. Si bien se tomaron datos reales del mercado de seguros, se interpreta que esta diferencia se debe a que el ajuste de los datos estadísticos de las variables del modelo representan la apreciación de los riesgos por parte del productor y no los de la empresa aseguradora, los cuales pueden ser diferentes.

Los valores utilizados presentaron resultados favorables para la utilización de la cobertura de granizo más adicionales pero la decisión que cada productor puede tomar dependerá de la aversión al riesgo a la hora de elegir la alternativa que más se ajusta a sus necesidades. Es por esto que no es objetivo de este trabajo concluir con la recomendación de alguna de estas alternativas, sino simplemente presentar una metodología para comparar distintas opciones de cobertura. En referencia a ello es posible afirmar que la utilización de la simulación Monte Carlo permite desarrollar un análisis del riesgo mucho más exhaustivo que la simple comparación de los resultados esperados. Al cuantificar los niveles de pérdidas a los que un productor se encuentra expuesto y la disminución de la variabilidad de los resultados que puede lograr a través de herramientas como el seguro para riesgos climáticos, es posible llevar al productor a tomar decisiones más efectivas y fomentar de alguna manera la utilización de este tipo de coberturas.

Se deja abierta la posibilidad de plantear este análisis en otras zonas, con otro tipo de cultivos o combinado los seguros para riesgos climáticos con la utilización de herramientas que disminuyan el riesgo comercial habiendo visto que el precio es también una de las variables más relacionadas con el resultado económico. El estudio de la aplicación de coberturas comerciales adicionales a las climáticas podría llevar a la conclusión de que se puede disminuir aún más la variabilidad de los resultados.

Por otro lado, también se plantea la posibilidad de analizar cómo el efecto porfolio dado por la diversificación de cultivos dentro de una empresa contribuye en la disminución del riesgo climático y si la

cobertura para los mismos genera resultados igualmente efectivos en la disminución de la variabilidad de los resultados cuando ya no se trata de un solo cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRAIZA, M. 2004. Seguros agrícolas. Apuntes Agroeconómicos. Facultad de Agronomía. UBA. http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_3/segueros.htm. Última visita febrero de 2009.
- BARRIGA, J.E. 2009. Análisis económico de los seguros para riesgos climáticos en la producción agrícola: un ejemplo aplicado al cultivo de soja en el partido de Junín de la provincia de Buenos Aires. Trabajo de intensificación para optar al título de Licenciado en Economía y Administración Agrarias. Director: Berger, A. Consultor: Pena de Ladaga, S.; Fac. de Agronomía U.B.A. 73 p.
- BERGER, A.; S. PENA DE LADAGA y J. BARRIGA. 2010. Monte Carlo Simulation: Analysis of Different Yield Insurance Schemes. ALIO –Informs Joint International Meeting. University of Bs. As., June 6-9, 2010.
- BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES. Estadísticas varias. www.bolcereales.com.ar
- BOULLON, D. 2001. Evaluación del riesgo en la región pampeana. Editado por: Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA), MAGyP, Argentina. 56 p. http://www.ora.gov.ar/archivos/Evaluacion%20riesgo_Boullon.pdf
- CLOW, A. y G. FLASKERUD. 2001. Marketing and Crop Insurance Combined to Manage Risk on a Cass County Representative Farm. Agribusiness and Applied Economics. Agricultural Experiment Station North Dakota State University. Report N° 455.
- FERNÁNDEZ LONG, M.; I. BARNATÁN; L. SPESCHA; R. HURTADO y G. MURPHY. 2005. Caracterización de las heladas en la Región Pampeana y su variabilidad en los últimos 10 años. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA* 25(3): 247-257 p.
- GALLACHER, G.; B.S. PENA y L. UBEDA. 1986. Estimación de actitudes hacia el riesgo. *Rev. Fac. de Agronomía* 7(2-3): 173-180.
- HARWOOD, J.; R. HEIFNER; K. COBLE; J. PERRY and A. SOMWARU. 1999. Managing risk in farming: concepts, research and analysis. Agricultural Economic Report 744. Economic Research Service, USDA. 125 p.
- LANCIERI, L. y O. NAVA. 2006. El seguro agrícola en las economías regionales. 2° premio del Primer concurso nacional en riesgo y seguro agropecuario. Publicado por la Oficina de Riesgo Agropecuario de la SAGPyA.
- LASEGUNDA. 2008. El seguro agrícola en la Argentina. http://campolider.com/php/desarrollo_noticia.php. Última visita abril de 2008.
- McCARL, B. 1984. Model Validation: An Overview with some Emphasis on Risk Models. *Review of Marketing and Agricultural Economics* 52(3): 153-173.
- MERCAU, J. 2002. Modelos de simulación y aplicaciones de herramientas informáticas para el manejo del cultivo. Guía Dekalb del Cultivo de Maíz. Área de Extensión de la Cátedra de Cerealicultura. Facultad de Agronomía. UBA.
- ORA (Oficina de Riesgo Agropecuario). 2006. Esquemas de aseguramiento e indemnización en Argentina. SAGPyA. <http://www.ora.gov.ar/> Información de febrero de 2009.
- PALISADE. 2008. Guide to Using @Risk.
- PENA DE LADAGA, S. y A. BERGER. 2006. Toma de decisiones en el sector agropecuario. Herramientas de Investigación Operativa aplicadas al agro. Buenos Aires. Editorial Facultad de Agronomía. 308 p. Páginas 183, 225-227, 234-245, 279-286.

- PENA DE LADAGA, S. 2009. Cátedra de Administración Rural. Análisis de los resultados de la Empresa Agropecuaria. Facultad de Agronomía. UBA. 14 p.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación). 2008. Estadísticas agropecuarias.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2008. Estadísticas oficiales.
- STRATTA, J. 2001. Administración del riesgo: seguros para el sector agrícola en la Argentina. Departamento de Capacitación y Desarrollo de Mercados. Bolsa de Comercio de Rosario. 15 p.
- VOSE, D. 1996. Quantitative Risk Analysis. A guide to Monte Carlo Simulation Modelling. John Wiley y Sons Ltd. Páginas 7-48.